

РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПЕЧИ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦИНКОВОГО КУПОРОСА МЕТОДОМ ВЫПАРИВАНИЯ

DEVELOPMENT OF THE FLUID-BED FURNACE THERMAL REGIME FOR OBTAINING A ZINC SULPHATE BY EVAPORATION

Шестакова И. А., Воронов Г. В., Плешкова А. В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, devichichka@yandex.ru

Shestakova I. A., Voronov G. V., Pleshkova A. V.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: Статья посвящена тепловой работе печи кипящего слоя (КС) для выпаривания цинкосодержащих растворов с целью получения цинкового купороса. Составлены тепловой баланс топочной камеры для расчета коэффициента расхода воздуха, необходимого для горения газа и дальнейшего разбавления продуктов сгорания; материальный баланс, который является основой для теплового баланса печи КС. Расход природного газа рассчитан из уравнения теплового баланса печи. Предложены меры сокращения определяющих расходных статей.

Abstract: The article is devoted to thermal performance of fluid-bed furnace, which is used to obtain zinc sulfate through evaporization of zinc-containing solutions. Combustion chamber heat balance is accounted to calculate air flow coefficient, necessary for gaseous combustion and further combustion products dilution; mass balance, which is the basis for fluidized bed furnace heat balance. Natural gas flow rate is deduced from the furnace heat balance equation. Outlay accounts reduction measures are also presented.

Ключевые слова: печь кипящего слоя; цинковый купорос; расход; воздух; газ; баланс.

Keywords: fluidized bed furnace; zinc sulfate; flow rate; air; gas; balance.

Цинковый купорос широко применяют в производстве вискозы, в качестве микроудобрения для повышения плодородия почвы и т. д. Получают цинковый купорос выпариванием из растворов [1].

Тепло, необходимое для выпаривания раствора, выделяется за счет сжигания природного газа в топке печи. Первичный воздух обеспечивает полноту сгорания природного газа, вторичный – обеспечивает снижение температуры продуктов сгорания с 1450 до 1000 °С (из расчета процесса горения).

Тепловой баланс топочной камеры (представленный в табл. 1) позволил определить коэффициент расхода воздуха, необходимый для получения сушильного агента. Также составлен материальный баланс печи

(представленный в табл. 2), произведен расчет теплового баланса печи (представленный в табл. 3) с целью расчета расхода природного газа.

Таблица 1

Тепловой баланс топочной камеры (ТБ ТК)

Приход теплоты			Расход теплоты			
Статья	кДж/с (кВт)	%	Статья	кДж/с (кВт)	%	
Химическая теплота топлива (Q_x)	3 369,42	98,44	Тепло, уходящее с сушильным агентом (Q_{2ca})	3 401,94	99,39	
Физическая теплота топлива (Q_T)	4,13	0,12	Потери в окружающую среду теплопроводностью через стенку и под (Q_{5T}^{TK})	20,72	0,61	
Физическая теплота первичного и вторичного воздуха (Q_B)	49,12	1,44		– потери через под $Q_{5T}^{под}$	7,25	0,21
				– потери через стены Q_{5T}^{CT}	13,47	0,40
Итого	3 422,66	100	Итого	3 422,66	100	

Коэффициент расхода воздуха на горение и разбавление составил 2,14.

Таблица 2

Материальный баланс печи КС

Приход материалов			Расход материалов		
Статья	кг/ч	%	Статья	кг/ч	%
Цинкосодержащий раствор (m_p):	5 008, 50	9,42	Выход готового продукта ($m_{гп}$)	1 424	2,68
– содержание сульфата цинка	1 452,47	2,73	– содержание сульфата цинка	1376,04	2,58
– содержание воды	3 556,04	6,69	– содержание воды	56,96	0,1
Природный газ на горение ($m_{пг}$)	341,67	0,64	Масса пыли ($m_{п}$)	71,20	0,13
Масса первичного воздуха на горение ($m_{в1}$)	5 446,20	10,24	Масса выпариваемой воды из раствора (m_{H_2O})	3 584, 50	6,74
Масса вторичного воздуха на разбавление ($m_{в2}$)	42 380,30	79,70	Масса дымовых газов без учета пара ($m_{дг}$)	48 168,18	90,45
Итого	53 176,68	100	Итого	53 176,68	100

Таблица 3

Тепловой баланс печи КС

Приход теплоты			Расход теплоты		
Статья	кДж/с (кВт)	%	Статья	кДж/с (кВт)	%
Химическая теплота топлива (Q_x)	3 369,42	93,78	Тепло, уносимое с готовым материалом ($Q_{м2}$)	40,54	1,13
Физическая теплота топлива (Q_T)	4,13	0,12	Тепло, уходящее с дымовыми газами ($Q_{дг}$)	728,75	20,28
Физическая теплота первичного и вторичного воздуха (Q_v)	49,02	1,36	Потери теплоты с водой раствора:	2 786,31	77,55
Физическая теплота раствора:	170,27	4,74	– тепло, расходуемое на нагрев воды ($Q_{нагр}$)	245,48	6,83
– теплота, вносимая сухим материалом ($Q_{м1}$)	6,62	0,18	– тепло, расходуемое на парообразование ($Q_{пар}$)	2 246,29	62,52
			– потери тепла на нагрев водяных паров ($Q_{нагр. пар}$)	294,51	8,2
– теплота, вносимая влагой ($Q_{вл}$)	163,65	4,56	Потери теплопроводностью тепла в окружающую среду ($Q_{ст}$):	35,33	0,98
			– топкой	20,72	0,57
			– камерой кипения	14,61	0,41
			Потери тепла с пылью (Q_p)	2,03	0,06
Итого	3 592,93	100	Итого	3 592,93	100

Расход природного газа B , рассчитанный по уравнению теплового баланса с помощью пакета Microsoft Excel, составил 0,095 м³/с или 342 м³/ч.

Анализируя данные, представленные в табл. 3, можно сделать вывод, что снизить расход теплоты можно за счет подогрева вторичного воздуха [2]. Тогда расход природного газа составит 0,09 м³/с или 327 м³/ч.

Выводы:

1) Подогрев вторичного воздуха до температуры 150 °С снижает расход природного газа на 5 % (с 342 до 327 м³/ч), что позволяет экономить 404 051 руб. в год. Подогрев позволит сэкономить теплоизоляционные материалы.

2) Для снижения расхода газа за счет уменьшения массы воды в растворе и потерь в топочной камере необходимо предусмотреть предварительную подготовку растворов с увеличением плотности до максимально возможного значения по вязкости раствора.

3) Влагосодержание готового продукта поддерживается за счет стабильной температуры в слое.

Список использованных источников

1. Купорос цинковый / Нефтегазхимкомплект [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iodine.ru/catalog/neorganika/soli/818/> (дата обращения 12.11.2016).

2. Эксплуатация и устройство печей кипящего слоя для выпаривания растворов, проковки и сушки материалов: опыт Усть-Каменогорского свинцово-цинкового комбината им. В. И. Ленина / Ю. М. Бурдаков, Г. Г. Полупанов, Г. М. Кучин. М. : Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований цветной металлургии, 1965. 56 с.

УДК 666.189.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОБОЯ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОСТЕКЛА

USING CULLET AND WASTE PRODUCTION FOR THE PRODUCTION OF FOAM GLASS

Штирц Л. Ю., Мещерских Д. А., Власова С. Г.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, vlassvet8@gmail.com

Shtirts L. Yu., Mesherskih D. A., Vlasova S. G.

Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе исследована возможность использования тарного стеклобоя и доменного шлака в производстве экологичного теплоизоляционного материала для строительства – пеностекла.

Abstract: This research explores the use of non-bulk cullet and blast-furnace slag for the production of slag wool, ecofriendly heat-insulating construction material.

Ключевые слова: пеностекло; стеклобой; доменный шлак; шлаковата; теплоизоляция; водопоглощение.

Key words: foam glass; cullet; blast-furnace slag; slag wool, insulation, water absorption.